

УДК 622.24.051

Салій С.С., студ.; Полешко О.П., к.т.н., доц.

## РУЙНУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ЗА КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ

На відзнаку від традиційної схеми «вал - втулка», яка використовується при експериментальних дослідженнях матеріалів на зносостійкість, в опорі ковзання шарошечного бурового долота умови спільної роботи деталей є такими, що втулка обертається, а вал є нерухомим.

За такої схеми втулка, яку виготовляють з антифрикційного матеріалу, крім ковзання зазнає вплив циклічного контактного навантаження. За таких умов роботоздатність опори ковзання долота буде визначатися не тільки здатністю матеріалу втулки чинити опір спрацюванню, але і його контактною витривалістю. Остання обставина є актуальною для композиційного матеріалу матрично-наповненого типу, який складається з крупних карбідних включень у відносно м'якій металевій матриці. За умовою такої яскраво вираженої гетерогенності структури контактна витривалість буде визначатися не стільки властивостями матеріалу твердих включень, які безпосередньо сприймають контактну взаємодію, скільки міцністю адгезійного зв'язку включень з матрицею.

Проведене експериментальне оцінювання контактної витривалості зразків композиційних матеріалів матрично-наповненого типу. Випробування були виконані на машині МКВ. Випробування показали, що руйнування таких матеріалів в умовах циклічності контактного навантаження відбувається в формі викришування твердих включень по межах їхнього зв'язку з матрицею. Сходні руйнування мали місце на поверхні тертя шарошок з композиційним матеріалом після натурних випробувань, тривалість яких перевищувала ресурс долота. Підвищення міцності адгезійного зв'язку твердих включень з матрицею за рахунок плакування порошку карбідів залізом разом з підвищенням технологічності процесу синтезу композиційного матеріалу підвищує контактну витривалість і загальну стійкість проти спрацювання в умовах роботи шарошечних бурильних доліт.

УДК 620.179.112

Зворикіна А.К., студ.; Колісник Р.В., студ.; Полешко О.П., к.т.н., доц.

## ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ВИДИ ЗНОШУВАННЯ

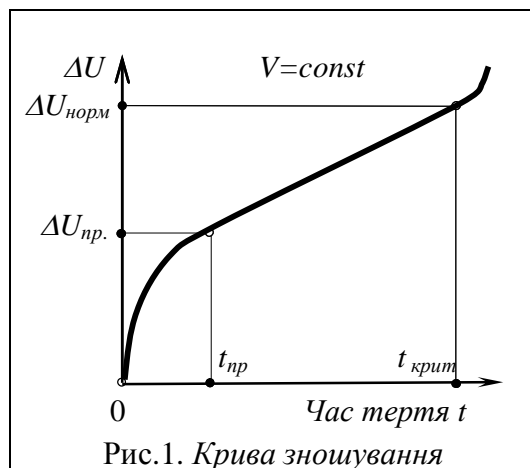
Відносні переміщення поверхонь, що контактують, за їхньої механічної взаємодії призводить до спрацювання поверхонь, яке відбувається у вигляді відокремлення дрібних часток матеріалу, що призводить до змінення розмірів і форми деталей. Зношування є складним багаторівневим процесом, основну роль у якому відіграє деформація матеріалу поверхонь деталей, що контактують, під впливом контактних напружень. За видом руйнування поверхонь тертя розрізняють:

**-Втомне зношування.** До втомного зношування відносять випадки, коли при роботі вузлів тертя відсутні аномальні пошкодження (схоплювання, задираки, мікрорезання, прижоги поверхонь і т.п.), тертя протікає в нормальних умовах, мається мастило, але тим не менше внаслідок тертя матеріал поверхневого шару починає відділятися у вигляді частинок зносу. Розрізняють втомне зношування двох видів: багатоциклове і малоциклове. Багатоциклове зношування виникає при пружному

контакті. Багаторазовий вплив на мікронерівності поверхні призводить до поступового накопичення мікрodefектів, утворення мікротріщин, при злитті яких утворюються поверхневі макротріщини, що викликають руйнування матеріалу і відділення частинок матеріалу. За малоциклового зношування спільна дія нормальної і дотичної навантажень при терті призводить до того, що максимальне дотичне напруження виникає не на поверхні, а під плямою контакту на невеликій глибині, де накопичуються пошкодження і утворюються тріщини. Особливим проявом багаторазового зношування є контактне викришування, яке виникає в результаті багаторазового деформування поверхонь зубів зубчастих коліс, доріжках кочення підшипників, у шліцьових з'єднань і ряду інших контактних пар.

#### **-Абразивне зношування.**

Абразивні частинки визивають на поверхні тертя руйнівну дію в двох основних



формах. Гострі абразивні частки дряпають, здійснюють хаотичний процес мікрорізання, що спостерігається, наприклад, при роботі ґрунтообробних або гірських машин. Інший характерний механізм зношування - деформаційна дія «тупих» абразивних частинок, які не дряпають, а видавлюють лунки або борозенки і викликають при багаторазовому повторенні локальні втомні руйнування. У струменях рідини або газів за відсутності абразивних часток спостерігається ерозійне спрацьовування. До даного різновиду зношування близьким є кавітаційний знос.

#### **-Корозійно-механічне зношування**

До цього виду зношування відносять окислювальний знос, фретинг-корозію і водневий знос. Окислювальний знос пов'язаний з активацією окислювальних процесів поверхневих шарів поверхонь тертя за рахунок пластичної деформації, підвищеної температури, дії циклічних навантажень і наявності кисню в мастилі і навколишньому середовищі. При окисному зношенні тонкі плівки оксидів відіграють позитивну роль і оберігають поверхні від пошкоджень. Але в міру зростання вони стають товстими, крихкими і руйнуються. Окислювальний процес триває, плівки знову наростають і захищають від зносу основний матеріал. Таким чином, окислювальне зношування - це процес, при якому руйнується не матеріал деталі, а його вторинні структури - оксиди, що утворюються в процесі тертя. Найагресивнішою формою окислювального зносу є фретинг-корозія (англ. Fret - роз'їдати). Фретинг-корозія зазвичай спостерігається в номінально нерухомих з'єднаннях, схильних до вібрації. При фретинг-корозії циклічні мікропереміщення в контакт викликають локальні теплові флуктуації, багаторазове пластичне деформування, інтенсивне накопичення дефектів структури, освіта мікро-і макротріщин, за якими в глибину від поверхонь дифундує кисень та інші активні компоненти середовища. Частинки, що відокремлюються абразивно впливають на поверхню. Характерні об'єкти подібного зношування - замки лопаток різних турбін, різьбові з'єднання та інші деталі машин, що працюють в динамічно напружених умовах. Водневий знос спостерігають в різьбових з'єднаннях, золотникових і плунжерних парах, гальмівних дисках і інших вузлах тертя. Водень в парах тертя утворюється в атомарної формі при електрохіміків-термічному розкладанні води, мастил, пластмас. Такий водень по мікрodefектів матеріалу дифундує в поверхневий шар. При цьому металеві зв'язки замінюються слабкими водневими, а матеріал стає крихким.

Незважаючи на велику специфіку, у всіх видів зношування є загальні закономірності. Типова характеристика зносу в часі представлена на рис. 1. Початкова частина кривої характеризує період підробітки ( $t_{пр.}$ ). Потім процес протікає з постійною швидкістю ( $t_{пр.}$ ,  $t_{крит.}$ ). Ця ділянка прийнято називати періодом нормальної експлуатації. При  $t > t_{крит.}$  знос різко зростає, стає катастрофічним, що приводить до виходу вузла тертя з ладу. На етапі припрацювання формуються експлуатаційні властивості вузла тертя. При введенні в експлуатацію вузлів тертя після виготовлення або капітального ремонту в технічній документації ретельно обговорюються режими прироблення або обкатки, щоб вона пройшла в найкоротший термін і створила сприятливі умови для тривалої експлуатації. Зазвичай також обмовляється і гранично допустима величина зносу, що визначає ресурс всього вузла тертя або змінних деталей, наприклад, вкладишів підшипників ковзання, підшипників кочення, гальмівних колодок і накладок. На закінчення короткого огляду форм прояву зношування слід зазначити, що в чистому вигляді кожний із зазначених механізмів зношування практично не зустрічається. Найчастіше переважає провідний механізм зношування і супутні форми залежно від особливостей конструкції та умов роботи вузла тертя. Основним способом руйнування матеріалу на поверхнях тертя при всіх видах зношування є утворення та накопичення пошкоджень в тонких поверхневих шарах матеріалу. При цьому наявність абразиву, хімічних перетворень або явища переносу може лише змінювати інтенсивність руйнування або в бік прискорення, або уповільнення. Завдання трибології полягає в розробці засобів і методів управління цими процесами або спрямованого зменшення зношування, забезпечення високих ресурсних характеристик вузлів тертя.

УДК 621.81.001

Гоменюк І.М., студ.; Фролов М.О., студ.; Полешко О.П., к.т.н., доц.

## **МЕТОДИ НАРІЗАННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС**

Розглянуті основні типи зубчастих передач, що використовуються в сучасних машинах, їхнє призначення і характеристики. Показано, що вибір методу обробки зубчастих коліс напряму залежить від встановленої норми точності, а також від експлуатаційних вимог у відповідності з призначенням. За цими ознаками зубчасті передачі можна розділити на наступні групи:

1. Силкові передачі значної потужності і високих швидкостей. Основною вимогою до них є забезпечення високих значень ККД;
2. Силкові промислові і транспортні передачі, що працюють за середніх швидкостей. Основна вимога – надійність і плавність ходу;
3. Силкові передачі в верстатобудуванні. Основна вимога - сталість передаточного відношення і плавність ходу;
4. Силкові передачі в автомобілебудуванні. Основна вимога - плавність та легкість ходу, відсутність шумів;
5. Кінематичні передачі точних приладів. Основна вимога - сталість передаточного відношення, відсутність мертвого ходу.

Встановлені стандартом ступені точності враховують ці умови, даючи можливість диференціювати технічні умови і комбінування ступенів точності. Зубчасті